

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-237412

(43)Date of publication of application : 23.08.2002

(51)Int.Cl.

H01F 7/18
H03K 17/04
H03K 17/60

(21)Application number : 2001-008891

(71)Applicant : NIPPON CONTROL KOGYO CO LTD

(22)Date of filing : 17.01.2001

(72)Inventor : SHIKAMATA KAZUO
SAWADA TERUYA
NAKAMURA TAKASHI

(30)Priority

Priority number : 2000310620
2000369874Priority date : 11.10.2000
05.12.2000

Priority country : JP

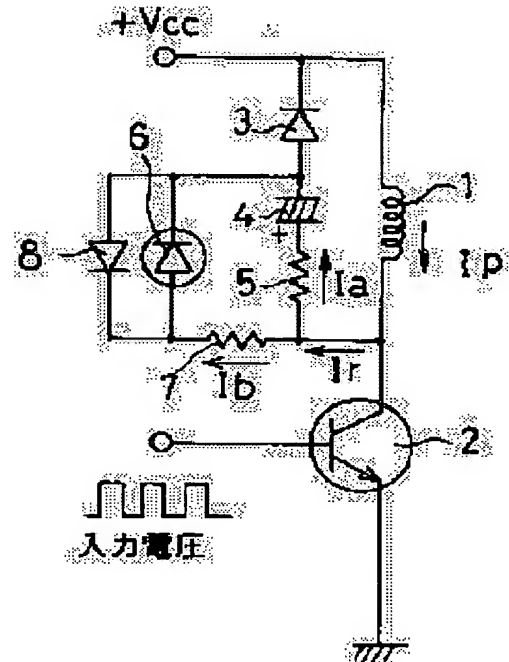
JP

(54) SOLENOID DRIVE CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To damp a negative voltage generated across both ends of a solenoid coil by an induced electromotive force generated in the coil and, at the same time, to shorten the fall time of an electric current flowing to the coil.

SOLUTION: A serial circuit composed of a feedback diode and a capacitor is connected in parallel with the solenoid coil and, in addition, a light emitting diode is connected in parallel with the capacitor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-237412
(P2002-237412A)

(43) 公開日 平成14年 8 月23日 (2002. 8. 23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード (参考)
H 0 1 F 7/18		H 0 1 F 7/18	R 5 J 0 5 5
H 0 3 K 17/04		H 0 3 K 17/04	B
17/60		17/60	A

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-8891 (P2001-8891)
(22) 出願日 平成13年 1 月17日 (2001. 1. 17)
(31) 優先権主張番号 特願2000-310620 (P2000-310620)
(32) 優先日 平成12年10月11日 (2000. 10. 11)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願2000-369874 (P2000-369874)
(32) 優先日 平成12年12月 5 日 (2000. 12. 5)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000228693
日本コントロール工業株式会社
埼玉県坂戸市千代田 5 丁目 1 番16号
(72) 発明者 鹿又 和雄
埼玉県坂戸市千代田 5 丁目 1 番16号 日本
コントロール工業株式会社内
(72) 発明者 澤田 輝也
埼玉県坂戸市千代田 5 丁目 1 番16号 日本
コントロール工業株式会社内
(74) 代理人 100069073
弁理士 大貫 和保

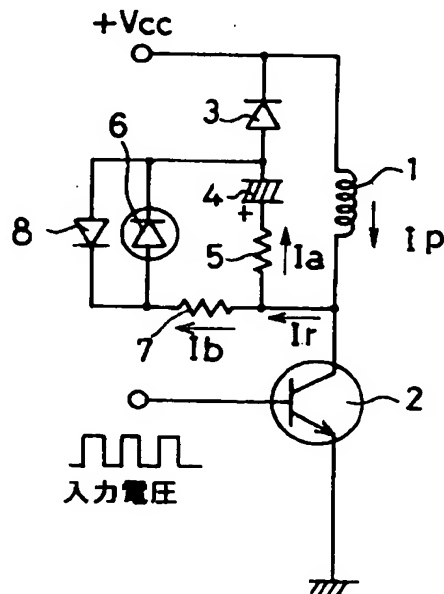
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソレノイド駆動回路

(57) 【要約】

【課題】 ソレノイドコイルに発生する誘導起電力によってソレノイドコイルの両端に生じる負の電圧を減衰させると共に、ソレノイドコイルに流れる電流の立下り時間を早める。

【解決手段】 ソレノイドコイルに、還流用ダイオードとコンデンサからなる直列回路を並列に接続し、さらにこのコンデンサに発光ダイオードを並列に接続する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ソレノイドコイルに直列に接続され、所定のパルス幅を有する入力電圧によってオンオフされるスイッチング素子を具備し、前記ソレノイドコイルに磁気を断続的に発生させるソレノイド駆動回路において、カソードが電源ラインに接続されるダイオードと、該ダイオードのアノード側に直列に接続されたコンデンサとからなる直列回路が前記ソレノイドコイルに並列に接続され、前記コンデンサには発光ダイオードが並列に接続されることを特徴とするソレノイド駆動回路。

【請求項2】 前記発光ダイオードは、複数個の発光ダイオードが並列接続されることを特徴とする請求項1記載のソレノイド駆動回路。

【請求項3】 前記発光ダイオードには、保護用のダイオードが逆方向に並列に接続されることを特徴とする請求項1又は2記載のソレノイド駆動回路。

【請求項4】 前記コンデンサには、所定の抵抗値を有する抵抗器が直列に接続されることを特徴とする請求項1、2又は3記載のソレノイド駆動回路。

【請求項5】 前記発光ダイオードには、所定の抵抗値を有する抵抗器が直列に接続されることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載のソレノイド駆動回路。

【請求項6】 前記発光ダイオードは、可視型の発光ダイオードであることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載のソレノイド駆動回路。

【請求項7】 前記発光ダイオードは、赤外線発光ダイオードであることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載のソレノイド駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、モータや電磁ポンプに用いられるソレノイドコイルにパルス印加して駆動する際に、ソレノイドコイルに発生する誘導起電力の処理を早め、ソレノイドコイルへの流入電流の立ち下り時間を早めるソレノイド駆動回路に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ソレノイドコイルに通電して得られる磁気力を利用して運動するモータや電磁ポンプにおける直流パルス駆動の基本的な回路が図4に示される。この回路は、スイッチング用のトランジスタTr1のコレクタ側に電磁ポンプのソレノイドコイルPが接続され、ソレノイドコイルPに逆方向に並列に還流用ダイオードD1が接続されるもので、前記トランジスタTr1のベースに入力電圧（図5（a））が印加された場合に、前記トランジスタTr1がオンとなって前記ソレノイドコイルPに電流Ipが流れる。この時、トランジスタTr1のコレクタ電圧Vcは、Vccから略0ボルトまで低下すると共に、ソレノイドコイルPを流れる電流Ipは過渡的に上昇し（図5（c）参照）、またソレノ

イドコイルPには電流Ipによって電磁エネルギーが蓄積される。また、前記トランジスタTr1のベースの入力電圧が零になると、前記電磁エネルギーによる自己誘導起電力（ $e = L \cdot \Delta I_p / \Delta t$ ）によって、磁束の変化を妨げる方向に電流を流そうとする力が働き、Vcの電位は上昇する。言い換えると、ソレノイドコイルPの両端には、逆方向に大きな電圧がかかることとなる。このソレノイドコイルPの両端に発生する大きな電圧は、前記ソレノイドコイルPに対し並列に接続したダイオードD1に電流を流すことによって消滅する。

【0003】したがって、図5（c）で示すように、この従来の回路では、トランジスタTr1がオンになると、ソレノイドコイルPに流れる電流はある時定数を持って立ち上り増加することになる。また、トランジスタTr1がオフになると、インダクタンスを有するソレノイドコイルPに流れる電流が零となってソレノイドコイルPの磁束が減少することによって誘導起電力が発生し、還流用ダイオードD1に電流Idが流れ、この電流Idは誘導起電力の減少に伴って比較的長い時定数をもって所定時間tf後に電流がゼロとなる。

【0004】前記ソレノイドコイルPに流れる電流Ipの立ち下がりには、コイル両端に何も接続しない時が一番早い。何も接続しない場合にはスイッチング素子であるトランジスタや電界効果トランジスタの定格電圧の数倍から数十倍程度の電圧が発生することから、スイッチング素子が破壊されてしまうので、スイッチング素子の保護のために、前記した図4に示すように、還流用ダイオードD1を接続する必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの方法においても、入力電圧の駆動周波数がより高くなったり、通電時間のオフ時間が短くなったりすると、電流Ipがゼロに戻るまでの時間tfが短くなるため、電流が完全に零になる前に入力電圧が立ち上がって電流が増加することとなり、電流の有効振幅値（図5（c）参照）が減少するという不具合が生じる。この結果、電磁ポンプの場合で説明すると、プランジャが完全に元の位置に復帰しないうちに次の動作が始まってしまうため、プランジャの有効ストローク（振幅の減少）が減少するという不具合が生じる。そのため、還流用ダイオードD1に抵抗を直列接続する方法やツェナーダイオード（図示せず）を用いて電流の立ち下り時間を減少させる方法が提示されているが、これらの方法では、抵抗やツェナーダイオードの発熱が大きな問題となる。

【0006】このため、図6に示すように、還流用ダイオードD1のアノード側にコンデンサC1を直列に接続すると共に、前記還流用ダイオードD1とコンデンサC1に並列にダイオードD2とトランジスタTr2を接続した前記コンデンサC1の放電回路を設けるものが提案されている。しかしながら、このような回路側では、コ

10

20

30

40

50

ンデンサに充電された電荷を速やかに放電することが要求され、トランジスタ T_r2 による放電タイミング等を考慮すると、大変複雑な回路となる恐れがある。

【0007】このため、この発明は、簡易な構造で、ソレノイドコイルの両端に発生する負の電圧を減衰させると同時に、ソレノイドコイルに流れる電流の立ち下り時間を早めるソレノイド駆動回路を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、ソレノイドコイルに直列に接続され、所定のパルス幅を有する入力電圧によってオンオフされるスイッチング素子を具備し、前記ソレノイドコイルに磁気を断続的に発生させるソレノイド駆動回路において、カソードが電源ラインに接続されるダイオードと、該ダイオードのアノード側に直列に接続されたコンデンサとからなる直列回路が前記ソレノイドコイルに並列に接続され、前記コンデンサには発光ダイオードが並列に接続されることにある（請求項1）。

【0009】これにより、スイッチング素子がオンからオフに移行した時に、ソレノイドコイルに発生する誘導起電力によってソレノイドコイル両端に大きな負の電圧が生じる。このソレノイドコイル両端に生じる負の電圧により前記ダイオードが順方向となることから、コンデンサ及び発光ダイオードに電流が流れ、コンデンサが充電される。そして、ソレノイドコイル両端の電位差が零になった場合、充電されたコンデンサの放電により該コンデンサの電位がゼロになるまで前記発光ダイオードに電流が流れる。これによって、ソレノイドコイルの両端に生じる負の電位差を抑制できると同時に、電流を速やかに還流できるので、従来の方式に比してソレノイドコイルに流れる電流の立ち下り時間を早くすることができる。さらに、発光ダイオードを用いることによって、発光ダイオードを通過する電流が熱ではなく光に変換させるので、回路自体の発熱を防止できると共に、従来ソレノイドコイルで熱に変換されていた電流が発光ダイオードによって光に変換されるので、ソレノイドコイル自体の発熱を防止できるという効果も得ることができるものである。

【0010】また、前記発光ダイオードは、複数個の発光ダイオードが並列接続されることにある（請求項2）。これにより、定格電流（アノード側からカソード側に流す電流の許容値）の小さい安価な発光ダイオードを使用することができて、コスト的に有利となる。

【0011】さらに、前記発光ダイオードには、保護用のダイオードが逆方向に並列に接続される（請求項3）。これによって、発光ダイオードの所定以上の電圧がかかった場合、保護用のダイオードに電流が流れるので、発光ダイオードを保護することができ、容量の小さい安価な発光ダイオードを使用できる。

【0012】さらに、前記コンデンサには、所定の抵抗

値を有する抵抗器が直列に接続されること（請求項4）が望ましく、また前記発光ダイオードには、所定の抵抗値を有する抵抗器が直列に接続されること（請求項5）が望ましい。これによって、コンデンサへの充電時間及び放電時間を調整することが可能となり、且つそれぞれの前記還流用ダイオードや発光ダイオードにかかる電圧を調整することができるものである。

【0013】さらにまた、前記発光ダイオードは、可視型の発光ダイオードであること（請求項6）が望ましく、前記発光ダイオードは、赤外線発光ダイオードであること（請求項7）が望ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面にもとずいて説明する。

【0015】図1において、この発明に係るソレノイド駆動回路が示されている。このソレノイド駆動回路において、ソレノイドコイル1は、モータや電磁ポンプなどに用いられているものである。電磁ポンプに採用された例を持って説明すると、ソレノイドコイル1はトランジスタ等のスイッチング素子2のコレクタ側に接続され、所定の印加時間（パルス幅）を有する入力電圧が前記トランジスタ2のベースに入力されることで、コレクターエミッタ間が導通状態となり、前記ソレノイドコイル1に入力電圧に対応して断続する電流 I_p が流れるものである。

【0016】このソレノイドコイル1には、カソードが電源ラインに接続される還流用ダイオード3、このダイオード3のアノードに接続されるコンデンサ4、このコンデンサ4に直列に接続される抵抗器5からなる直列回路が、並列に接続される。そして、カソードが前記ダイオード3のアノードに接続される発光ダイオード（LED）6と抵抗7からなる直列回路が、前記コンデンサ4及び抵抗5に並列に接続される。さらに、前記発光ダイオード6には、この発光ダイオード6と逆方向にダイオード8が並列に接続される。尚、このダイオード8は、発光ダイオード6の最大定格電圧が3～6V程度であるため、万一のために接続される保護用のダイオードである。具体的には、この実施の形態においては、前記ソレノイドコイル1の直流抵抗は7.5Ω、電源（Vcc）は12V、コンデンサ4は10μF、抵抗5は10Ω、抵抗7は510Ω、発光ダイオード6は定格電流が20mAである。

【0017】上述の構成において、スイッチング素子としてのトランジスタ2に所定のパルス幅を有する入力電圧（図2の（a））がそのベースに入力され、所定の入力電圧がベースに印加されると、コレクターエミッタ間が導通してトランジスタ2がオン状態となり、前記ソレノイドコイル1に電流 I_p が流れる。この時、前記ソレノイドコイル1には、電流の上昇に伴って磁束の増加を抑制する方向に誘導起電力が働くため、電流 I_p は図2

(b) で示すように漸次上昇する。

【0018】また、ベースに印加される入力電圧がゼロになると前記トランジスタ2がオフとなり、瞬間的にソレノイドコイル1の両端にかかる電圧が零となることから急激に電流が減少し、これに伴って磁束の減少を抑制する方向に誘導起電力($e = -L \cdot \Delta I / \Delta t$)が発生する。この誘導起電力により前記トランジスタ2のコレクタ電圧は電源電圧 V_{cc} よりも高くなり、ソレノイドコイル1の両端には(図2(c))で示すような大きな負の電圧が発生する。この負の電圧に対して前記ダイオード3が順方向となることから電流 I_r が流れ、前記ダイオード3から電源ラインを介して前記ソレノイドコイル1に還流して前記負の電圧を減衰する。さらに、前記電流 I_r は、抵抗器5を介してコンデンサ4を充電する電流 I_a (図2の(d))と、抵抗器7を介して発光ダイオード6を発光させる電流 I_b (図2の(e))とに分流され、コンデンサ4の充電時においては、発光ダイオード6を流れる電流のみがダイオード3を介してソレノイドコイル1に還流して前記負の電圧を減少させると共に、負の電圧の低下と共にコンデンサの充電終了後には、コンデンサに充電された電荷がコンデンサの電位がゼロになるまで抵抗5及び抵抗7を介して前記発光ダイオード6に放電されることから、ダイオード3及びソレノイドコイル1には還流しないことから、ソレノイドコイル1に流れる電流の立下り時間 t_f を図2(b)で示すように早めることができるものである。

【0019】尚、従来例として、図5(c)に示されるように、周期が25ms、パルス幅が10msの場合、入力電圧の立下りから次の入力電圧の立ち上がりまでの時間 t_f は15msであり、ソレノイドコイルに流れる電流の立ち下り状態はすでに電流の有効振幅値の限界にきている。つまり、これ以上入力電圧のパルス数を増加させたり又はパルス幅を増加することは電流値が零に到達する前に次の入力電圧が立ち上がることとなるため、電磁ポンプにあっては、電磁ブランジャが初期状態に復帰する前に作動することとなるため、所定の振幅を保つことができないという不具合があった。

【0020】しかし、本願発明では、電磁ポンプへの駆動流入電流の立ち下り時間 t_f が同じ条件であっても2msとすることができるので、充分に入力電圧のパルス数を増加させたり又はパルス幅の増加(通電時間の増加)が可能であり、同一のパルス幅では、2倍強の80Hzまでパルス数を増加することができる。即ち、高い周波数まで追従できる高性能の電磁ポンプを提供できるものである。

【0021】図3において、この発明の他の実施の形態が示される。この実施の形態では、電源電圧(V_{cc})が高くなれば、必然的に誘導起電力も大きくなり、それに対応して還流する電流も大きくなる。このため、電流を還流させるダイオード3と直列接続のコンデンサ4に

対し、複数の発光ダイオード6-1, 6-2, 6-3を並列接続し、大きな誘導起電力による大きな還流電流に対応するようにしたものである。当然ながら、それぞれの発光ダイオード6-1, 6-2, 6-3には、保護用ダイオード8-1, 8-2, 8-3と抵抗7-1, 7-2, 7-3が前述した実施の形態と同様に装備される。

【0022】尚、複数の発光ダイオード6-1, 6-2, 6-3を使用することによって、大電流に対応することは、定格電流の小さい安価な発光ダイオードを複数使用することとなるので、定格電流の大きい1個の発光ダイオードを使用するよりもコスト的に有利となっている。即ち、大きな定格電流(例えば50mA)を持つダイオード(100円前後)にあっては、小さな定格電流(10~30mA)を持つダイオード(10~15円)に比して10倍ぐらいの価格差があることからである。

【0023】尚、この発明に係る発光ダイオード6としては、可視光ダイオード(可視光LED)であっても、赤外線発光ダイオード(赤外線LED)であっても良い。この発明では、どちらを採用しても全く同じ作用効果を発揮する。赤外線発光ダイオードの場合には、発光しても人間の眼では見えないが、受光回路(赤外線用)を設けることによって、可視光ダイオードと同様に扱うことができる。さらに、受光回路(可視光又は赤外線用)を設けることによって、誘導起電力による還流状態を把握できると共に、電磁ポンプ等の制御因子の一つとして取り込むことも可能となる。

【0024】

【発明の効果】以上のように、この発明によればソレノイドコイルに発生する誘導起電力により生じる電流を還流させるためのダイオードと直列に接続されるコンデンサに、発光ダイオードを並列に接続したことにより、誘導起電力による生じる大きな負の電圧を減衰することができると共にソレノイドコイルに流れる電流の立下りを早めることができるので、安全性が高く且つ高周波数に耐える高性能の電磁ポンプを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態を示すソレノイド駆動回路の回路図である。

【図2】同上のソレノイド駆動回路の各部の特性を表わす特性線図である。

【図3】この発明の他の実施の形態を示すソレノイド駆動回路の回路図である。

【図4】従来のソレノイド駆動回路の回路図である。

【図5】同上のソレノイド駆動回路の各部の特性を表わす特性線図である。

【図6】従来の他の例のソレノイド駆動回路の回路図である。

【符号の説明】

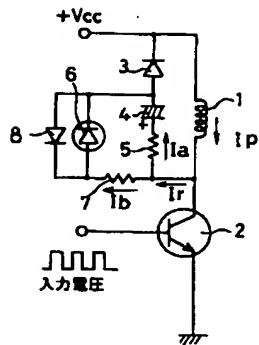
1 ソレノイドコイル

2 スイッチング素子

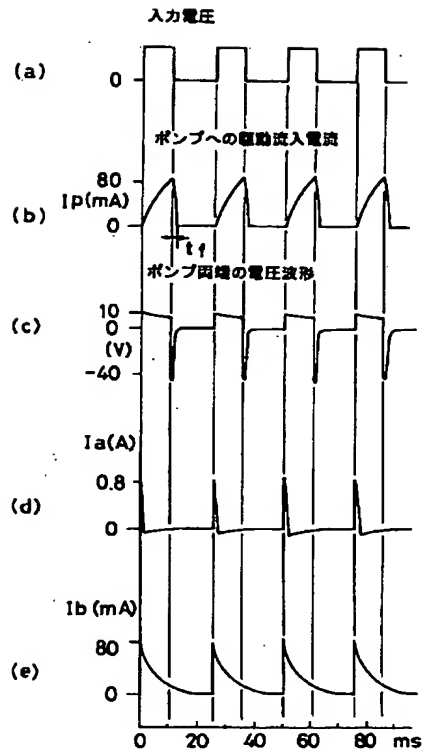
- 3 還流用ダイオード
4 コンデンサ
5 抵抗器

- 6 発光ダイオード
7 抵抗器
8 ダイオード

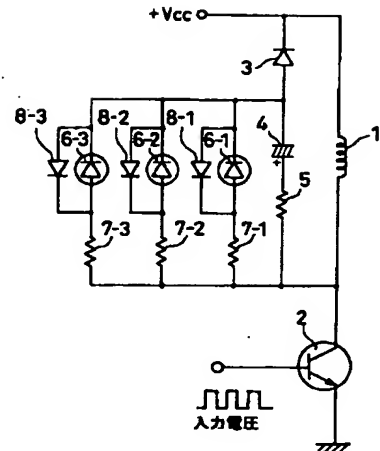
【図1】



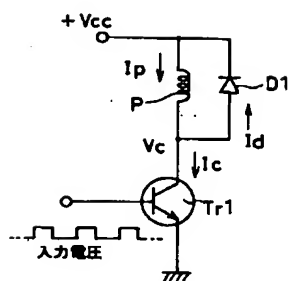
【図2】



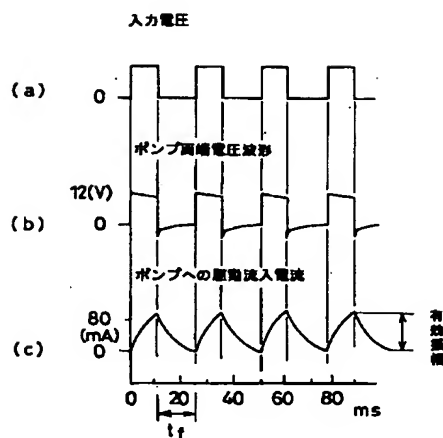
【図3】



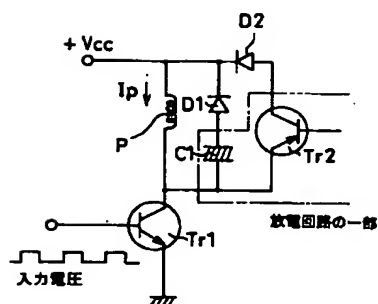
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 敬
埼玉県坂戸市千代田5丁目1番16号 日本
コントロール工業株式会社内

Fターム(参考) 5J055 AX04 AX56 BX16 CX13 CX21
DX04 DX10 DX52 EX06 EX12
EY01 EY10 EY12 EY14 EZ63
EZ68 FX13 FX27 FX32 FX33
GX01 GX06